

MÓBILES ATÔMICOS: UMA PERCEPÇÃO ATÔMICA ATRAVÉS DOS FILTROS DOS SONHOS

Atomic Mobiles: An Atomic Perception through Dream Catchers

Vandressa Alves [Vandressa_a@hotmail.com]
Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná - Unicentro
Campus Cedeteg, Guarapuava, PR, CEP 85040-080

Edivando Alves [edvando@gmail.com]
Colégio Estadual do Campo Natal Pontarolo
Boa Ventura de São Roque, PR, CEP 85225-000

Resumo

Visando as dificuldades encontradas no processo de aprendizagem da temática modelos atômicos, no Ensino Médio, este trabalho objetivou auxiliar os alunos na construção, visualização e aplicação dos conhecimentos que envolvem a teoria atômica fazendo uso da confecção dos modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr, de forma lúdica, através dos filtros dos sonhos. Como método de avaliação, foram aplicados questionários com questões objetivas e discursivas, buscando avaliar as concepções prévias dos alunos e sua evolução após a aplicação do recurso didático. Este estudo se mostrou significativo, uma vez que, demonstra de forma prática quais as dificuldades e percepções que o aluno possui a respeito dos conceitos químicos envolvidos no entendimento da estrutura da matéria. Também ficou claro que quando o aluno desenvolve seu próprio modelo, embasado em suas percepções do que viria a ser o átomo, a aprendizagem dos conceitos químicos se torna mais eficaz.

Palavras-chave: Ensino de química, experimentação, filtro dos sonhos, modelos atômicos.

Abstract

In view of the difficulties encountered in the process of theme atomic models learning in High School, this study aimed to assist students in construction, visualization and application of knowledge involving the atomic theory making use of the making of the atomic models of Dalton, Thomson, Rutherford and Bohr, so playful, through the dream catchers. As an evaluation method, questionnaires were applied with objective and discursive questions, seeking to evaluate the preconceptions of students and their evolution after the implementation of the teaching resource. This study was significant because it shows the practical difficulties and perceptions which the student has about the concepts involved in chemical understanding of the structure of matter. It also became clear that when the student develops its own model, based on their perceptions of what would be the atom, the learning of chemical concepts becomes more effective.

Keywords: Atomic Models, chemistry teaching, dream catchers, experiment.

Introdução

Na abordagem do tema modelos atômicos, no ensino de química, a dificuldade está principalmente na aprendizagem da evolução dos modelos e na visualização da estrutura atômica, já que se trata de um assunto abstrato, com sistemas complexos e de difícil entendimento por parte dos alunos, pois envolvem diversos fatores. A complexidade desses sistemas não é simplificada ao se propor um modelo, contudo, é uma forma de traduzir o fenômeno de maneira que seja possível seu estudo e entendimento (CICILLINI e SILVEIRA, 2005).

Compreender a teoria atômica e elaborar modelos que expliquem como esta se desenvolveu exigem dos alunos o estabelecimento de relações entre os fenômenos observáveis e o não observável das partículas atômicas. Quando se apresenta aos alunos de ensino médio as teorias e os modelos representativos, sem que eles tenham conhecimento dos processos que levaram a sua construção, deixa de se ter uma colaboração para o desenvolvimento do processo de ensino aprendizagem e não direciona os alunos a uma visão independente nas elaborações de tais processos. Para Silva (2013), o ensino da química deve ter como objetivo a busca por novas maneiras de se abordar os conceitos químicos, deve promover o desenvolvimento de habilidades e competências bem como proporcionar o protagonismo dos estudantes como construtores de seu próprio conhecimento.

Segundo Oliveira *et al.*, (2009), o ato de educar é complexo e deve ter como objetivo principal desenvolver o pensamento crítico dos educandos, e para isso é necessário que o docente faça algo mais do que apenas transmitir ao estudante um enorme número de informações prontas. O professor deve auxiliar o aluno na tarefa de formulação e reformulação de conceitos, ativar seus conhecimentos prévios e articulá-los as novas informações a eles apresentadas (POZO, 1998).

Para isto, é preciso estimular e resgatar o interesse dos discentes pelas aulas de química e é de fundamental importância que o professor busque metodologias diferenciadas que auxiliem no processo de ensino aprendizagem (SOARES *et al.*, 2003). Nesse contexto, Zanon *et al.*, (2008) destacam que a compreensão dos conteúdos da química está relacionada com uma nova visão da ciência e do conhecimento científico que não se configura num corpo de teorias e procedimentos de caráter positivista, e sim, como modelos teóricos social e historicamente produzidos.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999) a Química não deve ser entendida como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim uma construção da mente humana, em contínua mudança. Apesar disso, ainda é observado que em muitas escolas, as aulas de Química são desenvolvidas, por meio de atividades em que a parte conceitual é abordada por intermédio da repetição, fragmentação e esvaziamento do caráter social (MALDANER; SANTOS, 2010). O ensino de Química, quando baseado neste modelo, torna-se desinteressante para a maioria dos alunos (ROSENAU; FIALHO, 2008). Santos e Schnetzler (2003) explanam que o professor deve contextualizar os conteúdos de química, o que irá permitir o desenvolvimento de competências sociais ao cidadão. Ao contextualizar, o professor explicita o papel social da Química, suas aplicações e implicações, além de demonstrar como o cidadão pode inserir o conhecimento em seu cotidiano. Portanto, contextualizar é aproximar os conceitos escolares dos fatos presentes no dia a dia dos alunos (SILVA, 2003).

Outro obstáculo no ensino de Química é a abstração dos conteúdos. Conforme Trindade (2010) para se compreender a Química, precisamos desenvolver a habilidade de transitar entre dois níveis de realidade: o macroscópico e o microscópico. A realização de atividades experimentais pode ser utilizada para superar essa dificuldade e auxiliar na visualização dos conteúdos abstratos da Química.

Cabe aos profissionais do ensino da química buscar alternativas didáticas que promovam a melhoria do aprendizado, mostrando aos alunos que a química é uma ciência cujos conceitos e leis é consequência direta de um desenvolvimento sócio-econômico-histórico. O uso de modelos atômicos

é de grande valia para este propósito, pois promove a visualização das teorias existentes, como também possibilita desenvolver no aluno a percepção do contexto histórico destes. Ainda segundo Pereira e Guedes (2006), é fundamental conhecer os modelos atômicos criados no decorrer da história da química, pois assim é possível a compreensão da evolução desta ciência de forma clara e profunda, pois toda a história da química está baseada no estudo e compreensão do átomo.

Para que o professor elabore novas estratégias de ensino, a fim de obter resultados significativos junto à aprendizagem dos alunos, eles necessitam de um apoio diferenciado, que vai além do aspecto conceitual e pedagógico dos processos formativos. É comum que no ensino, se utilize de analogias, o que possibilita a construção de conceitos científicos, considerando aquele numa perspectiva construtivista. Portanto, seu uso favorece a compreensão/entendimento de conceitos que na maioria dos casos são considerados difíceis pelos alunos (SILVA e TERRAZZAN, 2008).

Vale a pena lembrar neste contexto o estudo realizado por Souza *et al.*, (2006), no qual os autores investigaram como os alunos do Ensino Médio compreendem os modelos atômicos mediante analogias usadas para apresentá-los e explicá-los.

Na aprendizagem dessa temática, Ciscato e Beltran (1991) consideram fundamental que os alunos vivenciem situações em que eles mesmos tenham a oportunidade de observar os fenômenos e elaborar explicações. Dessa forma, podem perceber a abrangência e as limitações de um modelo. Não se trata de reconstruir todo o conhecimento químico, mas de vivenciar situações em que são necessários raciocínios que envolvam proposição de explicações e recolhimento de observações de um fenômeno através de modelos (CICILLINI e SILVEIRA, 2005).

Com base nisso, ao perceber as dificuldades do processo de aprendizagem do tema modelos atômicos, optou-se por estudar uma forma de contribuir para uma aproximação entre o tema, o aluno e o professor. Para isto, a metodologia utilizada neste trabalho se baseou na confecção dos modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr, de forma lúdica, por meio dos filtros dos sonhos, na tentativa de auxiliar os alunos na construção, visualização e aplicação dos conhecimentos que envolvem a teoria atômica. A escolha pela utilização dos filtros dos sonhos se deu devido aos mesmos se assemelharem, estruturalmente, com os modelos atômicos e por ser possível a utilização de materiais de fácil manuseio e baixo custo.

Metodologia

Este trabalho foi realizado, inicialmente com o levantamento de informações sobre o conhecimento prévio que os alunos possuíam sobre a atomística como, a compreensão que os mesmos tinham do átomo, se conseguiam entender e avaliar adequadamente a natureza dos modelos e seu papel no desenvolvimento científico bem como suas limitações. Esta abordagem foi realizada através de uma aula expositiva teórica, com auxílio de Data show, livro didático, quadro e giz. Após esta verificação foi proposta uma atividade lúdica, na qual os alunos poderiam criar, expressar e testar seus próprios modelos. Para o desenvolvimento dos modelos atômicos, propôs-se a ideia de que os mesmos fossem confeccionados a partir de filtros dos sonhos, e nestes estivessem destacadas suas possíveis semelhanças com as estruturas atômicas (Figura 1).

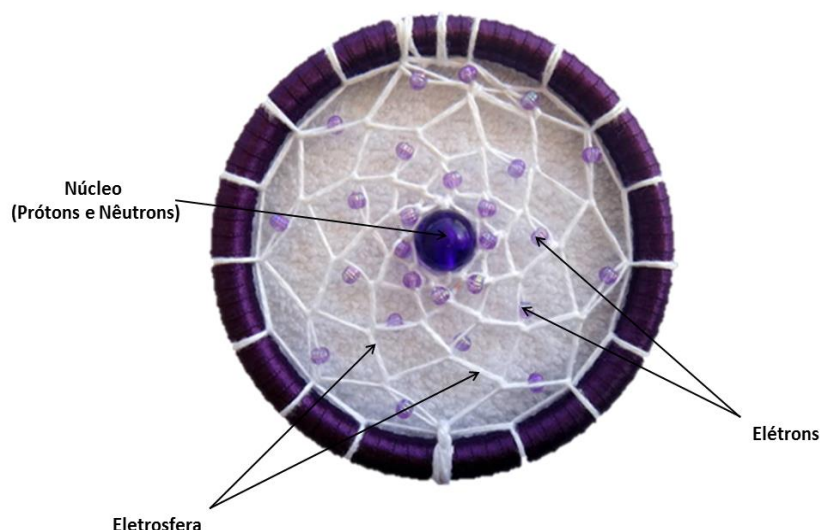


Figura 1. Exemplificação da estrutura de um átomo reproduzida em um filtro dos sonhos.

Para a confecção dos móveis atômicos, os alunos foram separados em grupos, em que os mesmos tiveram livre escolha de suas equipes, sendo que cada equipe ficou responsável em reproduzir no filtro dos sonhos um modelo atômico específico (Dalton, Thomson, Rutherford ou Bohr), esta escolha se deu através de um sorteio dos modelos entre cada grupo. Foi disponibilizado aos alunos quatro horas/aula (cada aula com 50 minutos) para pesquisarem e levantarem informações sobre suas propostas, e consecutivamente confeccionarem seus próprios modelos. O projeto contou com a participação de três turmas de colégio público, totalizando 60 alunos. As turmas foram divididas em grupos, de quatro a cinco membros cada.

O professor fez uso de questões direcionadas para os grupos, como auxílio no processo de construção dos móveis. Esta abordagem por parte do professor consistiu em questões como, se o aluno conseguia distinguir as características de cada modelo atômico e como elas se divergiam no processo de transição para os modelos mais atuais, se o mesmo conhecia as estruturas constituintes do átomo e como ele poderia representá-las em seu próprio modelo.

Cada grupo recebeu como material para confecção dos móveis: bastidor, miçangas, linha de fio encerado e tesoura (Figura 2).

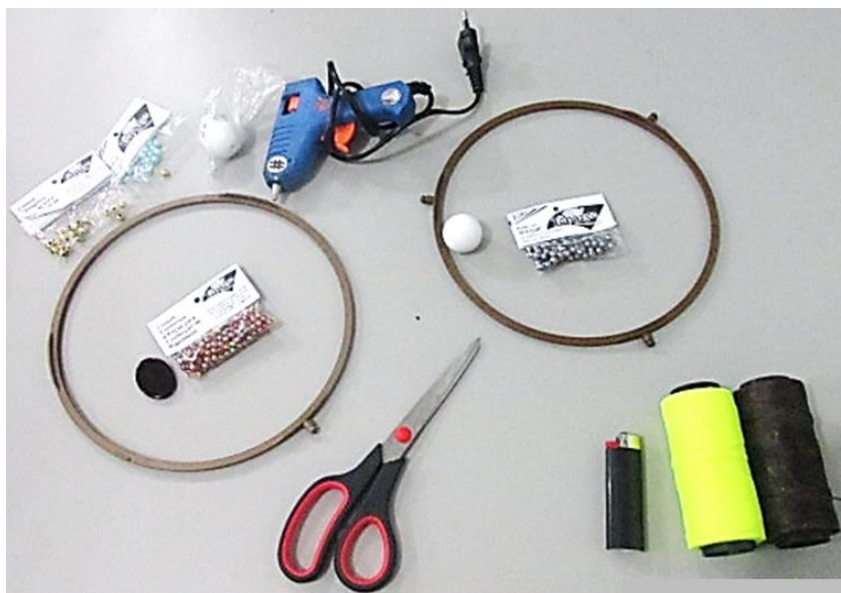


Figura 2. Materiais utilizados para a confecção dos móveis atômicos.

Os alunos também contaram com o auxílio do livro didático, para consulta aos modelos atômicos teóricos, como verificação de suas estruturas e partículas constituintes. É importante ressaltar que não houve interferência ou qualquer tipo de influência do professor nas ideias e formulações dos alunos, durante a confecção.

Após a finalização do trabalho, foram realizadas as apresentações de cada equipe, conforme a evolução dos modelos atômicos teóricos, onde os alunos deveriam explicar para o restante da turma, o método de análise e investigação utilizado na realização da confecção, quais estruturas estavam presentes em seu modelo e, também apontar às semelhanças observadas em seu modelo prático com relação ao teórico, bem como qual cientista o representava.

Todos os dados analisados neste estudo foram coletados por meio de um questionário, aplicado como pré e pós-teste (ANEXO 1). No pós-teste, foi adicionada uma questão a mais, onde os alunos deveriam relacionar as similaridades por eles observadas entre os móveis confeccionados e os modelos teóricos. Os dados do questionário, apresentados como pré-teste e pós-teste foram agrupados e analisados em forma de gráficos (Figura 4).

Resultados e Discussão

Este trabalho fundamentou-se nos resultados obtidos pelos alunos, utilizando como método de análise a formulação de hipóteses e a construção e desenvolvimento dos móveis atômicos. Este tipo de pesquisa possui caráter qualitativo, e é caracterizada pela tentativa de explicar os fenômenos da natureza a partir da compreensão individual do aluno.

O principal direcionamento da pesquisa era reconhecer previamente o conhecimento que os alunos possuíam sobre a atomística, e a partir deste desenvolver estratégias que facilitassem o processo de aprendizagem dos conceitos atômicos, tais como, que ao confeccionar seu próprio modelo atômico, fazendo uso dos filtros dos sonhos, o aluno obtivesse uma visão macroscópica do que ele considerava um conceito abstrato, também mostrando que a partir da experimentação houve um processo de evolução do conceito de átomo. Em seguida, fazendo uso, em parte, de uma aula expositiva sobre modelos atômicos e seu contexto histórico, os alunos puderam confeccionar móveis atômicos através dos filtros dos sonhos. Segundo Souza e Justi (2012), o processo de ensino baseado em atividades de modelagem permite ao aluno aprender sobre a construção da ciência, tendo em vista que uma das mais importantes atividades dos cientistas é construir, elaborar, testar e validar modelos.

Quando o aluno confecciona seus próprios modelos, este desenvolve competências e habilidades por meio das observações, das discussões dos resultados alcançados pela formulação de hipóteses e relaciona o microscópico ao macroscópico. O conhecimento sobre o que são modelos, suas aplicações e limitações se coloca como aspecto fundamental a ser desenvolvido para que o aluno possa participar de atividades relativas à modelagem. Envolver estudantes no estudo sobre a utilização dos modelos na ciência favorece com que eles percebam os modelos como importantes ferramentas na prática científica e conheçam a estreita relação dos mesmos com o desenvolvimento de teorias, no sentido de que modelos podem ser usados como instrumentos de exploração tanto no domínio prático quanto no teórico. Além disso, para entender ciência, os estudantes devem conhecer como modelos são construídos e validados (MORGAN e MORRISON, 1999).

Em relação à confecção dos modelos, foi observado que a maioria dos alunos apresentou algumas dificuldades, apontando questionamentos como, o porquê se deveria diferenciar o tipo de estruturas utilizadas na representação do átomo, bem como qual seria a localização das miçangas no filtro. Destacando também que os mesmos conseguiam visualizar que alguns modelos se diferenciavam entre si, e de acordo com isso propuseram modelos que se aproximassem do teórico, como, por exemplo, no modelo de Dalton, optando por uma representação de forma mais maciça, ou seja, não deveria possuir pontos espaçados em sua estrutura. Suart e Marcondes (2008) defendem a ideia de que não basta que os alunos apenas realizem o experimento; é necessário integrar a prática com discussão, análises dos dados obtidos e interpretação dos resultados, fazendo com que o aluno investigue o problema, ultrapassando a concepção da experimentação pela experimentação. Referente a isso, é perceptível que atividades desenvolvidas de forma lúdica precisam direcionar seus objetivos para o desenvolvimento conceitual e cognitivo dos alunos e permitir a eles evidenciar fenômenos e, a partir destes, reconstruir suas ideias iniciais.

Dessa forma, observou-se que para a confecção dos móveis atômicos, para o modelo de Dalton, os alunos optaram pelo uso de filtro dos sonhos onde os pontos que formam o filtro eram mais fechados e no centro do filtro optou-se por uma miçanga grande e redonda, como representação da esfera maciça. No modelo de Thomson manteve-se o mesmo modelo de filtro mudando apenas o centro, no qual foi utilizada uma miçanga grande e nela incrustadas miçangas menores para representar os elétrons. Para o modelo de Rutherford utilizou-se da confecção de um filtro com pontos mais espaçados, a fim de representar a eletrosfera e nela foram intercaladas miçangas pequenas, simulando os elétrons, também foi mantida uma miçanga maior no centro como representação do núcleo. No modelo de Bohr, foi mantido o ponto espaçado na eletrosfera com a distribuição das miçangas, representando os elétrons, a diferença foi que nesse modelo os alunos optaram por construir algo próximo de um filtro em 3D, com dois arcos, no centro do filtro os alunos utilizaram miçangas de cores diferentes para fazer os prótons e nêutrons. Alguns modelos criados pelos alunos podem ser vistos na Figura 3.



Figura 3. Móviles desenvolvidos pelos alunos, representando os modelos atômicos de: A) Dalton; B) Thomson; C) Rutherford; e D) Bohr.

Com base nos testes corrigidos, antes e depois da confecção dos móveis, quando se compara o resultado de acertos por questões (Figura 4), fica evidente que ocorreu uma melhora no rendimento dos alunos. É possível ter uma melhor visualização disso na questão 01, sobre as concepções que os alunos possuíam sobre o átomo, mostrando que após o uso da experimentação, grande parte dos alunos conseguiu visualizar as características do que viria a ser um átomo e consecutivamente estabelecer relações, levantar hipóteses, identificar suas estruturas e escrever sobre, isso também foi perceptível na questão do pós-teste, “*Você consegue identificar a relação existente entre o móbile desenvolvido por seu grupo e o modelo atômico presente na literatura?*”, que está apresentada na Figura 4, sendo que a mesma foi aplicada apenas no pós-teste.

Comparativo da Média de acertos em percentual por questões pré e pós-teste

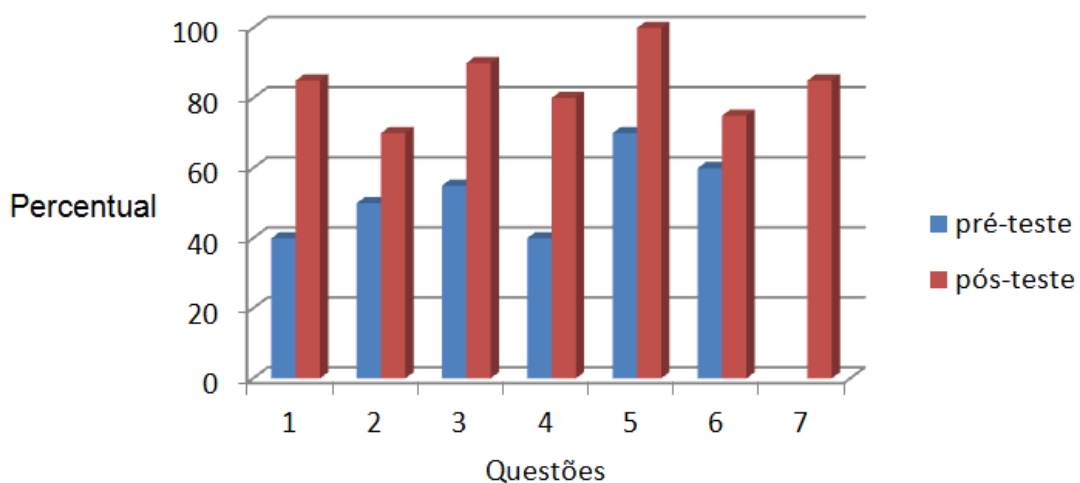


Figura 4. Gráfico do comparativo do rendimento em relação ao pré-teste e pós-teste.

A melhora do rendimento também pode ser observada na Tabela 1, que contém as médias gerais de acertos, dada em porcentagem e desvio padrão.

Tabela 1. Média geral e desvio padrão dos acertos em relação ao pré-teste e pós-teste.

	Pré-teste	Pós-teste
Média (%)	52,5	83,57
Desvio Padrão (%)	10,72	9,16

Com base nos dados da Tabela 1, foi desenvolvido um gráfico comparativo entre o pré e o pós-teste (Figura 5), este mostra as médias gerais dos percentuais de acertos com barras de erros e possui a largura do desvio-padrão, respectivamente.

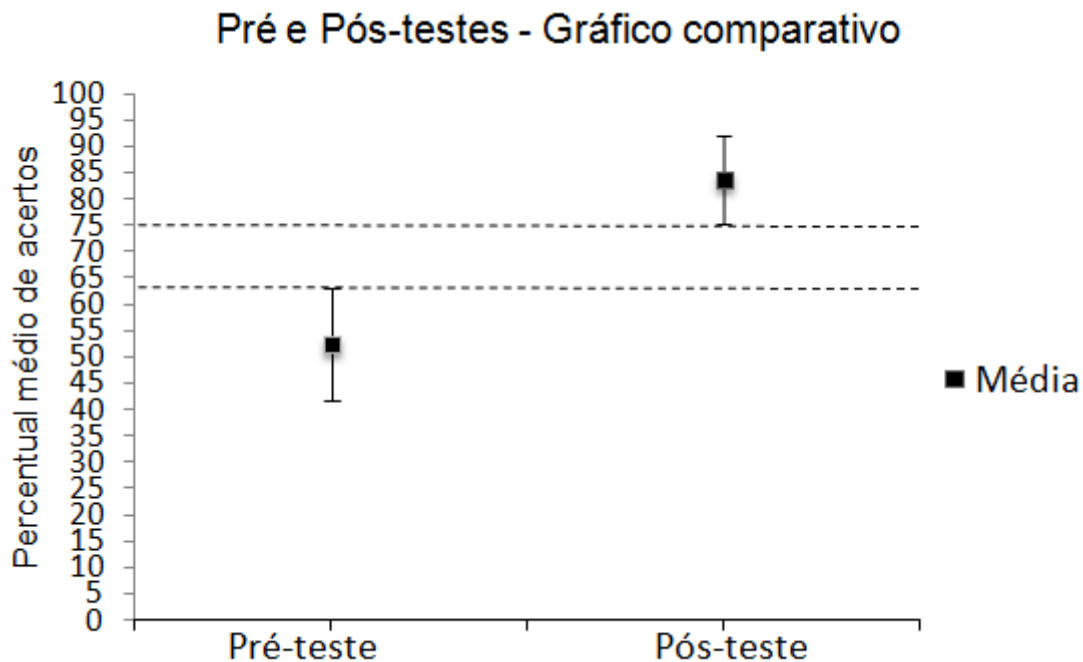


Figura 5. Gráfico comparativo do percentual médio de acertos entre o pré e pós-teste, com barras de erros.

A distância de aproximadamente 11% entre as barras de erro sugere que os alunos, após a aplicação do recurso didático, demonstraram possuir um melhor entendimento do conteúdo. Visto desta forma a confecção de móveis atômicos a partir de filtros dos sonhos, pode ser considerada uma ferramenta complementar no processo de ensino aprendizagem, pois reforça o uso de habilidades cognitivas por parte do aluno.

Um ponto a ser destacado neste estudo, é que os alunos ainda possuíam dificuldade em assimilar as analogias utilizadas pela literatura, como, por exemplo, quando esta cita que o modelo de Thomson se assemelhava a um “pudim de passas”, os mesmos não conseguiam visualizar dessa forma, contudo quando os alunos compararam o modelo teórico com o modelo por eles desenvolvido, ficou evidente que os mesmos conseguem ver suas semelhanças. Pozo (2000) nos esclarece que quando a ênfase está na aprendizagem de conceitos, é conveniente que as atividades de ensino se baseiem em procedimentos que os alunos já conheçam ou dominem. Este cuidado contribui para melhorar o procedimento, mas também para tornar a aprendizagem conceitual mais fácil e significativa.

Outro ponto destacado pelo aluno é o porquê de se ter mais de um modelo para o átomo. O entendimento da estrutura da matéria e da evolução dos modelos atômicos não é uma tarefa fácil para os alunos do Ensino Médio, devido ao alto grau de abstração desses conteúdos e a dificuldade que os mesmos têm de construir a ideia da evolução desses modelos. Na maioria das escolas o conteúdo de modelos atômicos é abordado somente de maneira teórica, sem a realização de atividades experimentais. O professor mostra sua evolução, fazendo apenas citações acerca do primeiro cientista que mencionou a ideia de átomo, até os modelos mais avançados, desconectado do contexto histórico-social (SILVA et al, 2014). Para a aprendizagem ter significado, os alunos necessitam compreender que a Química não é uma Ciência pronta e acabada, é fruto de muitas tentativas, erros e acertos de cientistas que dedicaram seu tempo a tentar entender e explicar o mundo em que viviam (FARIAS, 2007).

Outras pesquisas corroboram com este tipo de levantamento (JUSTI e GILBERT 2000; RODRIGUEZ e NIAZ, 2002) apontam para a importância da abordagem do aspecto histórico, filosóficos e tecnológicos, no ensino de ciências, na tentativa de fazer com que o aluno compreenda como o conhecimento científico é construído.

Em relação às apresentações, observou-se que quando as equipes repassavam para a turma os métodos de análise e investigação utilizados na realização da confecção bem como a modelagem estrutural por eles desenvolvida, para manter a semelhança com os modelos teóricos, os conceitos sobre a atomística eram melhor assimilados por todos, promovendo questionamentos sobre a evolução dos modelos atômicos e como estes foram modificados ao longo dos anos, também destacando a importância do uso da experimentação no desenvolvimento desses modelos. Bueno *et al.*, (2006), relatam que as atividades experimentais no estudo da química podem minimizar as dificuldades de compreensão por parte dos alunos. Este estudo, com conceito similar, se mostra relevante neste aspecto, uma vez que o mesmo demonstra de forma prática as dificuldades e noções que o aluno possui a respeito dos conceitos químicos envolvidos no entendimento da estrutura da matéria, se este consegue identificar as regiões (núcleo e eletrosfera) e partículas constituintes do átomo (prótons, elétrons e nêutrons), bem como qual modelo de átomo que se está desenvolvendo, nos filtros dos sonhos, por exemplo.

Considerações finais

Considerando as poucas propostas didáticas disponíveis sobre atomística e o uso de conceitos abstratos para a compreensão dos modelos atômicos, torna-se necessário que os professores façam uso de estratégias de ensino que auxiliem no processo de ensino aprendizagem dos alunos.

Referente a isso, este trabalho demonstrou que através da confecção dos móveis, grande parte dos alunos conseguiu estabelecer uma relação entre os conceitos científicos e as atividades desenvolvidas em sala de aula. A aprendizagem dos conceitos químicos se torna mais palpável quando se integra as relações entre os fenômenos observáveis e o não observável. Quando se oportuniza ao aluno o desenvolvimento do seu próprio modelo, embasado em suas percepções do que viria a ser o átomo, o aluno passa a assumir um papel mais relevante no planejamento das aulas, bem como proporciona ao professor uma visão mais clara de sua aprendizagem.

Também é notória a importância do contexto histórico dos modelos atômicos, este contexto passa a explicar ao aluno, por exemplo, o aspecto do modelo, suas limitações e eventualmente, sua possível substituição, se for o caso. Com base nisso, fica evidente que atividades experimentais devem estar vinculadas com a teoria, ou seja, uma reforça a outra na assimilação do conhecimento químico. Quando o professor faz uso da experimentação como estratégia dinâmica e incentiva a interação dos alunos em aula, este passa a favorecer a construção de conhecimentos por meio de contextos existentes e/ou criados, ou seja, ele estimula o processo cognitivo do aluno por meio da experimentação.

Referências Bibliográficas

- Brasil. (1999). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais Ensino Médio*. Brasília, DF: Ministério de Educação.
- Bueno, L.; Moreira, K. C.; Soares, M.; Dantas, D. J.; Wiezzel, A. C. S.; Teixeira, M. F. S. (2006). *O ensino de química por meio de atividades experimentais: A realidade do ensino nas escolas*. USP: Presidente Prudente.
- Cicillini, G. A.; Silveira, H. E. (2005). Modelos atômicos e representações no ensino de Química. *Enseñanza de las Ciencias*, Extra, 01-05.
- Ciscato, C.; Beltran, N.O. (1991). *Química: parte integrante do projeto diretrizes gerais para o ensino de 2º grau núcleo comum* (convênio MEC/PUC-SP). São Paulo: Cortez e Autores Associados.
- Farias, R. F. (2007). *Para gostar de ler a história da química II*. Campinas: Átomo.
- Justi, R. S.; Gilbert, J. (2000). History and Philosophy of Science through models: some challenges in the case of “the atom”. *International Journal of Science Education*. 22, 993-1009.
- Maldaner, O. A.; Santos, L. P. (2010). *Ensino de química em foco*. Ijuí: Ed. Unijuí.
- Morgan, M. S.; Morrison, M. (1999). Models as mediating instruments. In: Morgan, M. S.; Morrison, M. (Org.). *Models as mediators: perspectives on natural and social science*. (pp. 10-37). Cambridge: Cambridge University Press.
- Oliveira, S. R; Gouveia, V. P; Quadros, A. L. (2009). Uma reflexão sobre aprendizagem escolar. *Química Nova na Escola*. 3(1), 23 – 30.
- Pereira, R. A; Guedes, F. F. (2006). *Modelos Atômicos*. Universidade Luterana do Brasil: Canoas.
- Pozo, J. I. (1998). A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In: COLL, C. et al. (orgs.). *Os conteúdos na reforma*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Pozo, J. I. (2000). A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In COLL, C.; et al., *Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes* (pp.17-71). Porto Alegre: Artes Médicas.
- Rodriguez, M. A.; Niaz, M. (2002).How in spite of the rhetoric, History of Chemistry has been ignored in presenting atomic structure in textbooks. *Science e Education*, 5, 423-441.
- Rosenau, L. S.; Fialho N. N. (2008). *Didática e avaliação da aprendizagem em química*. Curitiba: IBPEX.
- Santos, W. L. P.; Schnetzler, R. P. (2003). *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Ed. Unijuí.
- Silva, R. M. G. (2003). Contextualizando aprendizagens em química na formação escolar. *Química Nova na Escola*, 18, 26-30.

Silva, G. S. (2013). *A abordagem do modelo atômico de Bohr através de atividades experimentais e de modelagem*. Dissertação de Mestrado, Curso de Educação em Ciências, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Estadual de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

Stefanello Silva, G.; Fortes Braibante, M. E.; Schmitz Braibante, H. T.; Selvero Pazinato, M.; Cantarelli Trevisan, M. (2014). Oficina temática: uma proposta metodológica para o ensino do modelo atômico de Bohr. *Ciênc. Educ.*, 20(2), 485-95.

Soares, M. H. F. B.; Okumura, F., Cavalheiro, T. G. (2003). Proposta de um jogo didático para ensino do conceito de equilíbrio químico. *Química Nova na Escola*, 18, 13-17.

Souza, V. C. De A.; Justi, R. Da S.; Ferreira, P. F. M. (2006). Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr: uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(1), 7-28.

Souza, V. C. De A.; Justi, R. S. (2012). Diálogos possíveis entre o ensino fundamentado em modelagem e a História da Ciência. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 385-405.

Suart, R. C. E Marcondes, M. E. R. (2008). As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8(2), 1-22.

Trindade, L.S.P. (2010). *A alquimia dos processos de ensino e de aprendizagem em química*. São Paulo: Madras.

Zanon, D. A. V., Guerreiro, M. A. S.; Oliveira, R. C. (2008). Jogo didático ludo químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. *Ciências e Cognição*, 13(1), 72-81.

ANEXO 1

Pré-teste e pós-teste

- 1) Em sua concepção que é um átomo?
- 2) A teoria de Dalton admitia que:
 I. Átomos são partículas discretas de matéria que não podem ser divididas por qualquer processo químico conhecido;
 II. Átomos do mesmo elemento químico são semelhantes entre si e têm mesma massa;
 III. Átomos de elementos diferentes têm propriedades diferentes.
 a) Somente I é correta.
 b) Somente II é correta.
 c) Somente III é correta.
 d) I, II, III são corretas.
 e) I e III são corretas.
- 3) Relacione as características atômicas com os cientistas que as propôs:
 I. Dalton
 II. Thomson
 III. Rutherford
 () Seu modelo atômico era semelhante a um “pudim de passas”.
 () Seu modelo atômico era semelhante a uma bola de bilhar.
 () Criou um modelo para o átomo semelhante ao “Sistema solar”.
- 4) Uma importante contribuição do modelo de Rutherford foi considerar o átomo constituído de:
 a) elétrons mergulhados numa massa homogênea de carga positiva.
 b) uma estrutura altamente compactada de prótons e elétrons.
 c) um núcleo de massa desprezível comparada com a massa do elétron.
 d) uma região central com carga negativa chamada núcleo.
 e) um núcleo muito pequeno de carga positiva, cercada por elétrons.
- 5) (UFJF-MG) Associe as afirmações a seus respectivos responsáveis:
 I- O átomo não é indivisível e a matéria possui propriedades elétricas (1897).
 II- O átomo é uma esfera maciça (1808).
 III- O átomo é formado por duas regiões denominadas núcleo e eletrosfera (1911).
 a) I - Dalton, II - Rutherford, III - Thomson.
 b) I - Thomson, II - Dalton, III - Rutherford.
 c) I - Dalton, II - Thomson, III - Rutherford.
 d) I - Rutherford, II - Thomson, III - Dalton.
 e) I - Thomson, II - Rutherford, III - Dalton.
- 6) Existe relações entre os modelos criados pelos cientistas ao longo da história?
- ¹7) Existe alguma relação entre o modelo atômico confeccionado por seu grupo e o proposto pelo autor?

¹ Questão incluída apenas no pós-teste.